

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

**(51) Int. Cl.**  
**H01S 5/026**

**(11) 공개번호**  
**(43) 공개일자**

**특2003-0029329**  
**2003년 04월 14일**

(21) 출원번호	10-2001-0061689
(22) 출원일자	2001년 10월 06일
(71) 출원인	삼성전자주식회사 대한민국 442-742 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416번지
(72) 발명자	김종렬 대한민국 442-810 경기도 수원시 팔달구 영통동 957-6 청명벽산아파트 331-102 방동수 대한민국 442-707 경기도 수원시 팔달구 망포동 벽산아파트 107-202
(74) 대리인	이건주
(77) 심사청구	있음
<b>(54) 출원명</b>	<b>파장가변 레이저 장치의 선택회절 격자 제작 방법</b>

**요약**

본 발명에 따른 파장가변 레이저 장치의 선택회절 격자 제작 방법은,

포토레지스트층을 격자모양으로 형성하는 격자 패턴 형성 단계는 포토레지스트층 상에 소정 모양의 슬롯을 구비하는 마스크를 설치하고 자외선을 조사하는 자외선 조사 단계와; 상기 자외선에 노출된 포토레지스트층과 노출되지 않은 포토레지스트층의 특성을 반전시키기 위해 반전 열처리를 하는 이미지 변환 단계와; 상기 포토레지스트층을 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시하는 홀로그래픽 노광 단계와; 상기 마스크에 의해서는 노광되지 않고, 상기 홀로그래픽 효과를 이용한 노광 단계에서 노광된 포토레지스트층을 격자모양으로 형성하는 현상 단계를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다. 상기 포토레지스트층에 격자를 형성하기 위해 이미지 변환을 실시함으로써, 공정이 단순화되면 서도 제어성과 재현성을 확보할 수 있게 되었다.

**대표도**

도 5i

**색인어**

레이저 장치, 선택회절 격자, 이미지 변환(Image Reverse),

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1은 통상적인 파장가변 레이저 장치를 설명하기 위한 도면,

도 2는 도 1에 도시된 파장가변 레이저 장치의 출력을 설명하기 위한 도면,

도 3a 내지 도 3f는 종래 기술의 일 실시 예에 따른 선택회절 격자를 제작하는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 4a 내지 도 4f는 종래 기술의 다른 실시 예에 따른 선택회절 격자를 제작하는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 선택회절 격자를 제작하는 방법을 설명하기 위한 도면,

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 파장분할 다중화기(WDM ; Wavelength Division Multiplexer)의 광원인 반도체 레이저(laser) 장치에 관한 것으로서, 특히 파장 가변 레이저 장치의 선택 회절 격자 제작 방법에 관한 것이다.

현재 광통신망에서는 파장분할 다중화(WDM : Wavelength Division Multiplexing) 방식을 이용하고 있는데, 파장 분할 다중화 방식은 광섬유의 저손실 파장 대역을 여러개의 좁은 채널 파장대역으로 분할하여 각 입력 채널마다 하나의 파장 대역을 할당하고, 입력 채널 신호들을 할당된 채널 파장 대역을 통하여 동시에 전송하는 방식이다. 또한 광통신망의 광신호 발생장치는 반도체 레이저 장치가 이용되며, 반도체 레이저 장치는 제작되는 재료에 따라 출력파장이 결정되는 단일모드 레이저 장치가 이용된다.

이와 같이 다중 채널을 동시 전송할 경우, 신호 단절에 대비하여 각 채널에 대한 스페어(spare) 채널을 추가하게 된다. 그런데, 16개 채널의 신호를 전송할 경우, 각 채널에 해당하는 신호를 발생시키는 반도체 레이저 장치와 16개의 스페어 채널을 필요로 하게 되므로, 한정된 신호 전송 대역을 효율적으로 운용할 수가 없다. 이에 따라, 각각의 채널을 통해 전송되는 광신호파장을 발생시킬 수 있는 파장가변 레이저 장치가 개발되었다.

도 1은 통상적인 파장가변 레이저 장치를 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 파장가변 레이저 장치의 레이저 출력을 설명하기 위한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, n형 InP 재료의 기판으로 제1 클래드층(110)을 형성하고 그 하부에는 하부전극(150)을 설치한다. 상기 제1 클래드층(110) 상에 도파로층(120)을 형성하며, 상기 도파로층(120) 상에는 p형 InP 재료의 제2 클래드층(130)을 형성한다. 상기 제2 클래드층(130) 내에는 상기 도파로층(120)과 인접하도록 다중 양자우물 구조의 활성층(140)이 형성되며, 상기 활성층(140) 양측으로는 상기 도파로층(120)의 일부를 식각하여 형성한 선택회절 격자로 이루어진 제1 및 제2 격자부(121, 122)가 설치된다. 또한 상기 활성층(140)을 포함하는 부분은 레이저 발진부(123)로 구분된다. 상기 제1 및 제2 격자부(121, 122)와 상기 레이저 발진부(123) 상에는 각각 제1, 제2 및 제3 상부 전극(151, 152, 153)을 설치하여 전류를 인가할 수 있도록 구성된다.

제1 격자부(121)에 형성된 격자의 간격(a)과 제2 격자부(122)에 형성된 격자의 간격(b)은 서로 다르게 형성되며, 전류를 인가하여 상기 선택회절 격자의 굴절율을 제어할 수 있다.

상기 하부 전극(150) 및 제3 상부 전극(123)에 전류가 인가되면, 상기 n형 InP 재료의 제1 클래드층(110)으로부터 전자들이 상기 활성층(140)으로 이동하고, 상기 p형 InP 재료의 제2 클래드층(130)으로부터 정공들이 상기 활성층(140)으로 이동하며, 상기 전자와 정공들의 재결합에 의해 상기 활성층(140)의 에너지 간격에 해당하는 광이 발생되며, 상기 광은 상기 활성층(140)의 양측으로 형성된 선택회절 격자에 의해 특정 파장의 광만 상기 도파로층(120)으로 진행하게 된다. 상기 활성층(140)의 양측으로 형성된 제1 및 제2 격자부(121, 122)의 격자 간격이 서로 다르므로 각각 반사되는 신호 출력이 약간 다르게 되며, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 격자부(121, 122)에서 각각 반사되는 출력신호의 최대치가 갖는 위상이 일치할 때 의도하는 광신호가 발생하게 된다. 이때 상기 제1 및 제2 격자부(121, 122) 상에 설치된 제1 및 제2 상부 전극(151, 152)과 하부 전극(150)을 통해 전류를 인가하면 출력신호 파장간 간격( $\Delta\lambda$ )을 조절할 수 있으며, 도 2에 도시된 바와 같이 제1 및 제2 격자부(121, 122)에 형성된 격자에 의해 각각 반사되는 출력신호의 최대치가 갖는 위상이 일치할 때의 광신호를 출력하는 원리를 이용한 것이다. 동시에 제1 및 제2 격자부(121, 122)에 전류를 인가하여 선택회절 격자의 굴절율을 제어함으로써 출력신호를 조절하여 최종적으로 발생하는 광신호의 파장을 조절하게 된다. 이때 버니어 효과와 선택회절 격자의 굴절율 제어를 이용해 어느 한 신호파장과 그에 인접하는 신호파장과의 간격( $\Delta\lambda$ )을 줄일 수 있으므로, 제한된 광전송로의 전송대역 내에서 더 많은 채널의 광신호를 효율적으로 전송할 수 있게 된다.

상기와 같이 선택회절 격자의 굴절율을 제어하는 방법을 이용하여 한 개의 레이저 장치에서 신호파장이 서로 다른 광신호를 발생시킬 수 있다.

도 3a 내지 도 3f는 종래 기술의 일 실시 예에 따른 선택회절 격자를 제작하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3a에 도시된 바와 같이, n형 InP 재료의 기판으로 이루어진 클래드층(300) 상에 도파로층(310)과 포토레지스트층(320)을 순차적으로 형성한 다음, 도 3b와 같이 상기 포토레지스트층(320) 상에 슬롯을 구비한 마스크(330)를 설치하고 노광을 실시한다. 상기 과정을 거친 다음 도 3c와 같이 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시하고, 도 3d와 같이 현상하게 되면 상기 마스크(330)를 이용한 노광과정에서 노출된 포토레지스트층(323)은 완전히 제거(327)되고, 노출되지 않은 부분(321)은 격자모양(325)으로 남게 된다. 다음으로, 도 3e와 같이 에칭과정을 거치면 상기 도파로층(310)의 일부가 식각되고, 잔류하는 상기 격자모양의 포토레지스트층(325)을 제거하면 도 3f와 같이 상기 도파로층(310)의 상부에 선택회절 격자(311)가 형성된다.

그러나, 상기와 같은 과정을 통해 제작되는 선택회절 격자는 공정은 단순하지만, 도 3f에 일부 확대 도면에 나타내 듯이, 에칭과정에서 에지 효과(edge effect)에 의해 가장자리의 격자가 다른 격자에 비해 과도하게 식각(A)되거나, 도파로층(310) 표면이 에칭과정에서 불균일하게 식각(B)되어, 제어성과 재현성을 확보하기가 어려운 문제점이 있다.

도 4a 내지 도 4f는 종래 기술의 다른 실시 예에 따른 선택회절 격자를 제작하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4a에 도시된 바와 같이, n형 InP 재료의 기판으로 이루어진 클래드층(400) 상에 도파로층(410)을 형성하고 상기 도파로층(410) 상에 유전물질층(420)을 순차적으로 형성한 다음, 도 4b와 같이 상기 유전물질층(420) 상에 포토레지스트층(430)을 형성한다. 다음으로 도 4c와 같이 상기 포토레지스트층(430) 상에 슬롯을 구비하는 마스크(440)를 설치한 후 노광을 실시하고, 도 4d와 같이 현상과정을 거치면 노광된 포토레지스트층(433)이 제거된다. 상기 과정을 거친 다음 도 4e와 같이 에칭을 실시하여 상기 현상과정에서 포토레지스트층이 제거(433)되어 노출된 유전물질층을 식각하고, 잔류하는 포토레지스트층(431)을 완전히 제거한다. 상기 과정을 거친 다음 도 4f와 같이 포토레지스트층(450)을 다시 형성하고, 홀로그래픽 효과를 이용해 노광 및 현상을 실시하면 도 4g와 같이 상기 포토레지스트층은 격자모양(451)으로 남게 된다. 이를 상기 격자모양의 포토레지스트층(451)을 식각 마스크로 이용하여 에칭을 하고, 남은 포토레지스트층(451)을 제거하면 도 4h와 같이 상기 도파로층(410)의 일부가 식각되어 격자(411)가 형성되며, 도 4i와 같이 잔류하는 유전물질층(421)을 제거하여 상기 도파로층(410)의 상부에 격자를 완성하게 된다.

그러나, 상기와 같은 과정의 선택회절 격자 제작 방법은 제어성과 재현성을 확보하기는 용이하나, 유전물질층을 식각하기 위한 포토레지스트층 형성과정과, 도파로층에 격자를 형성하기 위한 포토레지스트층 형성과정이 반복되어 제작 과정이 복잡하며 공정의 난이도가 높은 문제점이 있다.

## 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 목적은 제작 과정이 단순하면서 동시에 제어성과 재현성을 확보할 수 있는 선택회절 격자 제작 방법을 제공함에 있다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 반도체 기판 상에 클래드층과, 도파로층과, 유전물질층, 포토레지스트층을 순차적으로 형성하는 적층 단계와; 상기 포토레지스트층에 소정 격자 패턴을 형성하는 격자 패턴 형성 단계와; 상기 포토레지스트층을 이용하여 상기 유전물질층을 식각하는 마스크 형성 단계와; 상기 유전물질층을 이용하여 상기 도파로층을 식각하는 격자 형성 단계를 포함하는 파장가변 레이지 장치의 선택 회절 격자 제작 방법에 있어서,

상기 격자 패턴 형성 단계는, 상기 포토레지스트층 상에 소정 모양의 슬롯을 구비하는 마스크를 설치하고 자외선을 조사하는 자외선 조사 단계와; 상기 자외선에 노출된 포토레지스트층과 노출되지 않은 포토레지스트층의 특성을 반전시키기 위해 반전 열처리를 하는 이미지 변환 단계와; 상기 포토레지스트층을 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시하는 홀로그래픽 노광 단계와; 상기 마스크에 의해서는 노광되지 않고, 상기 홀로그래픽 효과를 이용한 노광 단계에서 노광된 포토레지스트층을 격자모양으로 형성하는 현상 단계를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

## 발명의 구성 및 작용

이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

도 5a 내지 도 5h는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 선택회절 격자 제작 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5a에 도시된 바와 같이, n형 InP 재질의 기판으로 이루어진 클래드층(500) 상에 도파로층(510)과 유전물질층(520)을 순차적으로 형성한다. 도 5b와 같이 상기 유전물질층(520) 상에 포토레지스트층(530)을 형성한다.

다음으로, 도 5c와 같이 상기 포토레지스트층(530) 상에 슬롯을 구비하는 마스크(540)를 설치하여 자외선을 조사하고, 도 5d와 같이 자외선이 조사된 포토레지스트층(533)과 조사되지 않은 포토레지스트층(531)의 특성을 반전시키는 이미지 변환(image reverse baking)을 실시한다.

상기 이미지 변환 과정을 실시하기 위해서 상기 포토레지스트층(530)은 AZ5214E 포토레지스트로 도포한 후, 용매를 제거하기 위해 연화열처리(soft-baking)를 실시한다. 이와 같이 형성된 포토레지스트층(530)에 자외선을 조사한 다음, 자외선이 조사된 포토레지스트층(530)은 반전 열처리(reversal baking)를 실시한다. 이때, 상기 반전 열처리를 거치면 열처리 온도에 따라 상기 포토레지스트층(530) 두께변화가 일어나기도 하는데, 130℃ 정도의 온도에서 실시하는 열처리는 타 온도에서의 열처리보다 상대적으로 두께변화가 적기 때문에 상기 반전 열처리는 130℃ 정도에서 실시하는 것이 바람직하다.

상기 이미지 변환 과정을 거치면 상기 자외선 조사 과정에서 광분해로 생성된 산에 의해 상기 포토레지스트층(533)이 활성화되어 자외선 조사 후 반전 열처리에 의해 현상되기 어려운 상태로 되고, 이어 하기 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시하면 자외선이 조사되지 않은 포토레지스트층(531)은 현상액에 녹기 쉬운 상태로 변화한다.

다음으로 이미지 변환을 실시한 포토레지스트층(530)을 도 5e와 같이 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시한다. 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시하면 양방향으로 입사되는 광들 간의 간섭에 의해 광은 강약이 일정하게 반복되는 격자무늬를 이루게 되어 상기 포토레지스트층(530)은 상술한 바와 같이 자외선이 조사되지 않은 부분(531)만 격자무늬 형태로 감광되는데, 감광되는 깊이는 광의 강약에 따라 달라지며, 감광된 부분은 현상액에 쉽게 녹게 된다.

홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시한 후 도 5f와 같이 현상과정을 거치면 홀로그래픽 효과에 의해 깊게 감광된 포토레지스트층이 제거되어 결과적으로 상기 포토레지스트층(530)은 일정한 모양이 반복되는 격자모양(537)으로 형성된다. 이때 상기 마스크(540)를 이용한 자외선 조사 단계에서 노출된 포토레지스트층(533)은 이미지 변환 과정에서 특성이 반전되어 상기 홀로그래픽 효과를 이용한 노광 과정과 현상 과정을 거쳐도 그대로 남아있게 된다(535).

다음으로 상기 격자모양으로 형성된 포토레지스트층(537)을 이용하여 에칭을 하고, 포토레지스트층(530)을 제거하면 도 5g와 같이 상기 유전물질층(520)에 격자모양(521)이 형성된다.

다음으로 도 5h와 같이 상기 격자모양의 유전물질층(521)을 식각 마스크로 이용하여 에칭을 실시하면 상기 도파로층(510)의 일부가 식각되어 상기 격자모양의 유전물질층(521)과 동일하게 상기 도파로층(510)에도 격자(511)가 형성되고, 상기 유전물질층(520)을 제거하면 도 5h와 같이 상기 도파로층(510) 상부에 선택회절 격자(511)가 완성된다.

상기와 같은 선택회절 격자 제작 방법은 앞서 설명한 종래 기술의 첫 번째 실시 예에 비하여 공정은 다소 복잡하지만, 도파로층이 불균일하게 식각되거나 에지효과에 의해 가장자리의 격자가 더 많이 식각되는 문제점을 해소하여 제어성과 재현성을 확보할 수 있으며, 종래 기술의 두 번째 실시 예에 비하여 포토레지스트층을 한 번만 도포하여 자외선을 조사한 후 이미지 변환을 실시함으로써 공정을 단순화할 수 있게 되었다.

이상은 구체적인 실시 예를 통해서 본 발명을 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 방법의 응용이 가능함은 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명하다 할 것이다.

## 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따른 파장가변 레이저 장치의 선택회절 격자 제작 방법은, 이미지 변환 방법을 이용해 식각 마스크를 통해 노광된 포토레지스트층의 특성을 반전시켜 유전물질층을 식각하기 위한 마스크를 형성함으로써 두 번에 걸쳐 포토레지스트층을 형성하던 공정을 한 번으로 줄이게 되었다. 따라서, 선택회절 격자를 형성하는 공정을 단순하게 하면서도, 동시에 도파로층의 불균일한 식각이나 에지 효과에 의한 격자의 불균형을 해소하여 제어성과 재현성을 실현할 수 있는 이점이 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

반도체 기판 상에 클래드층과, 도파로층과, 유전물질층, 포토레지스트층을 순차적으로 형성하는 적층 단계와; 상기 포토레지스트층에 소정 격자 패턴을 형성하는 격자 패턴 형성 단계와; 상기 포토레지스트층을 이용하여 상기 유전물질층을 식각하는 마스크 형성 단계와; 상기 유전물질층을 이용하여 상기 도파로층을 식각하는 격자 형성 단계를 포함하는 파장가변 레이저 장치의 선택 회절 격자 제작 방법에 있어서, 상기 격자 패턴 형성 단계는,

상기 포토레지스트층 상에 소정 모양의 슬롯을 구비하는 마스크를 설치하고 자외선을 조사하는 자외선 조사 단계와;

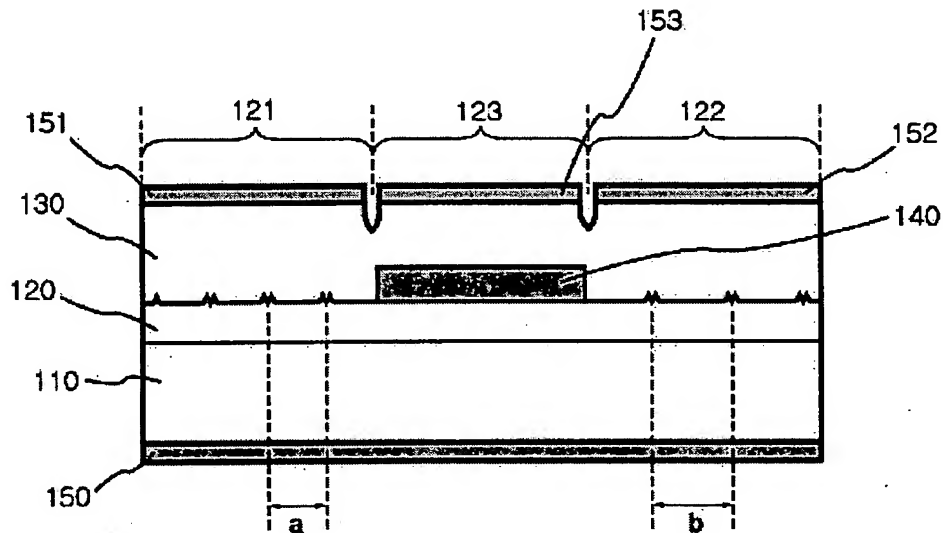
상기 자외선에 노출된 포토레지스트층과 노출되지 않은 포토레지스트층의 특성을 반전시키기 위해 반전 열처리를 하는 이미지 변환 단계와;

상기 포토레지스트층을 홀로그래픽 효과를 이용한 노광을 실시하는 홀로그래픽 노광 단계와;

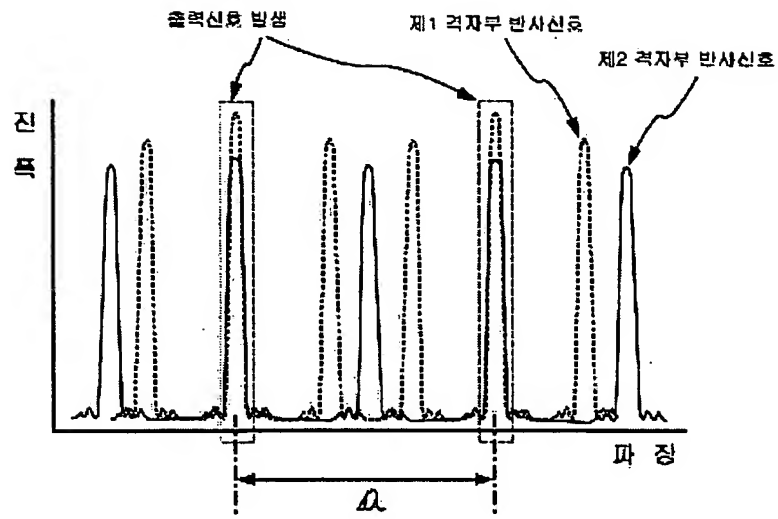
상기 마스크에 의해서는 노광되지 않고, 상기 홀로그래픽 효과를 이용한 노광 단계에서 노광된 포토레지스트층을 격자모양으로 형성하는 현상 단계를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 파장가변 레이저 장치의 선택회절 격자 제작 방법.

## 도면

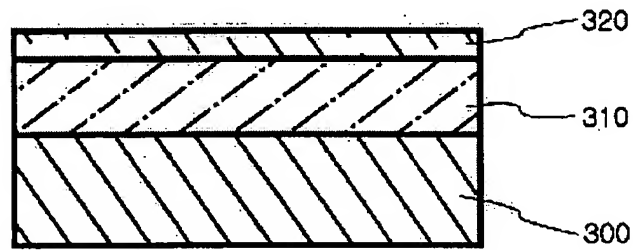
도면 1



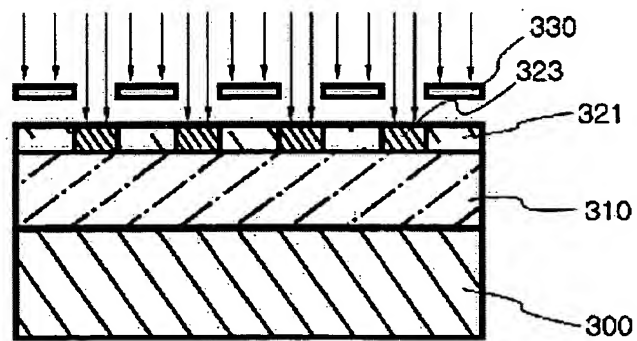
도면 2



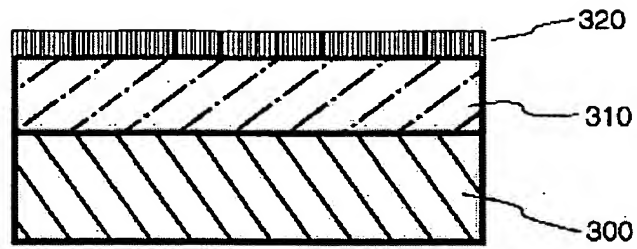
도면 3a



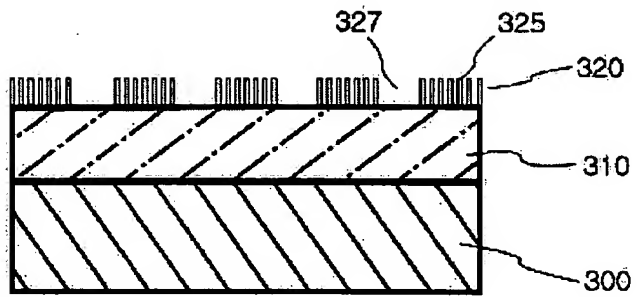
도면 3b



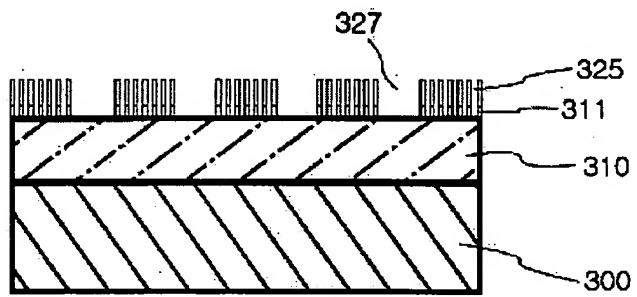
도면 3c



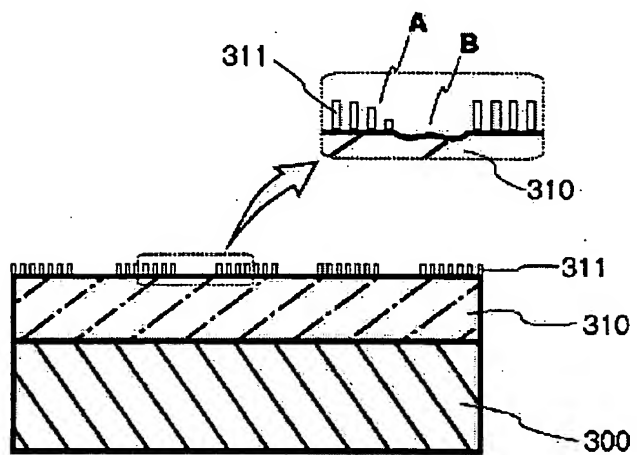
도면 3d



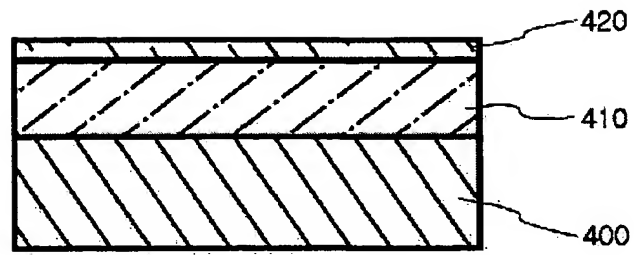
도면 3e



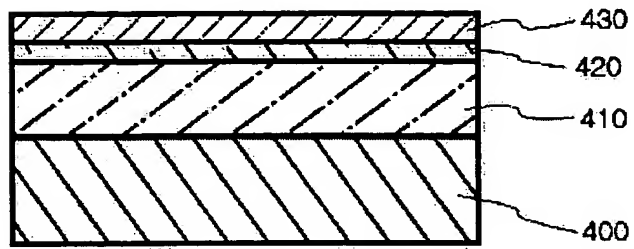
도면 3f



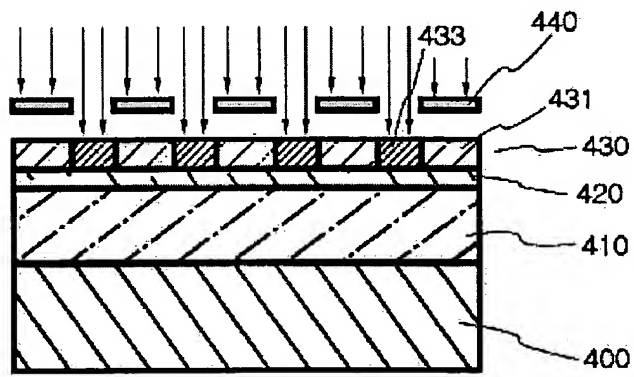
도면 4a



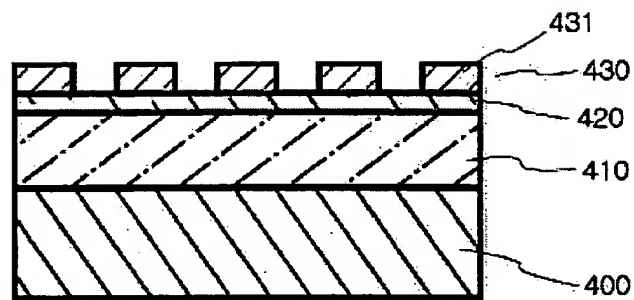
도면 4b



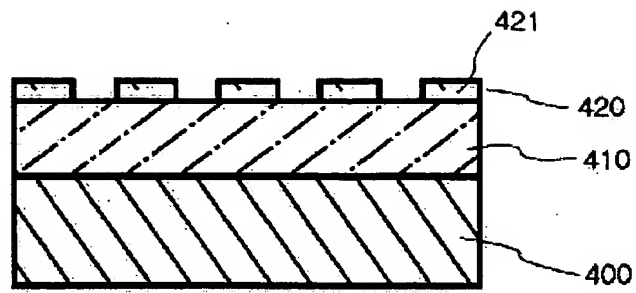
도면 4c



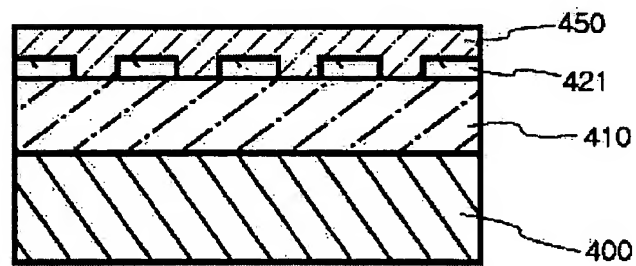
도면 4d



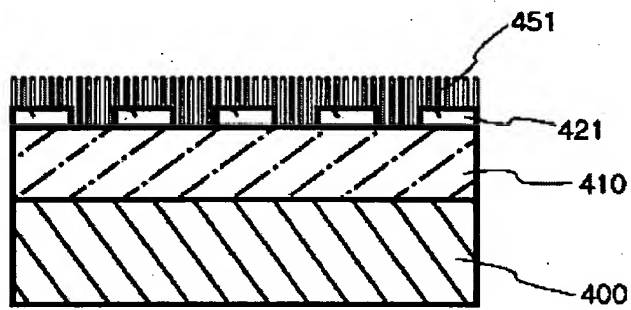
도면 4



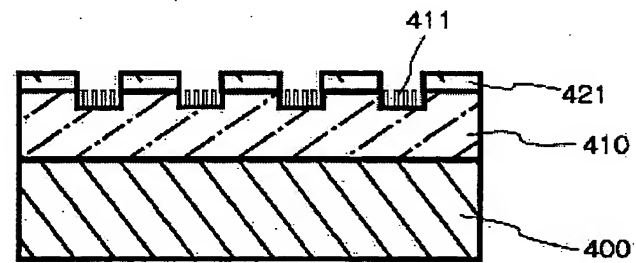
도면 4f



도면 4g

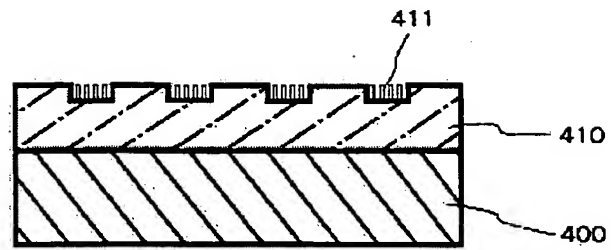


도면 4h

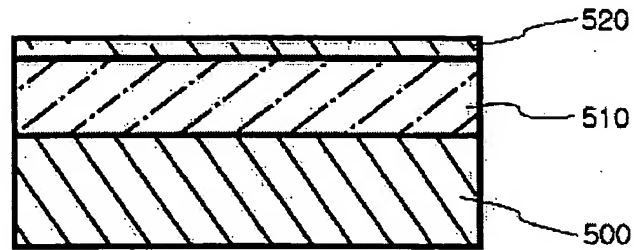




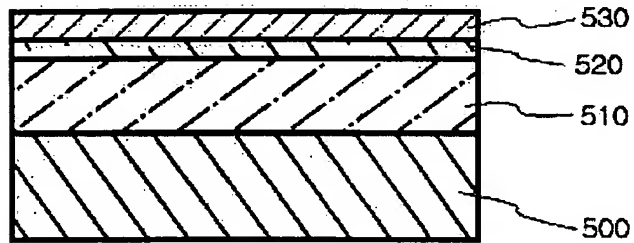
도면 4i



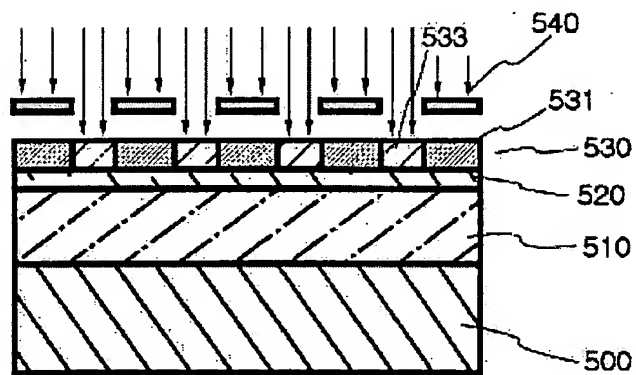
도면 5a



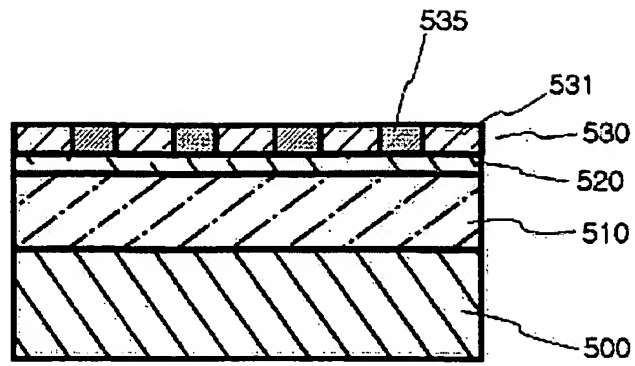
도면 5b



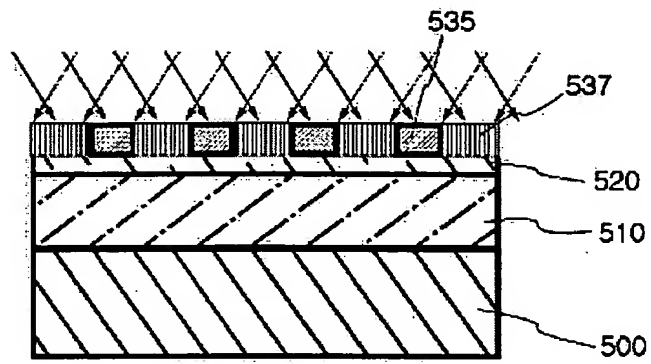
도면 5c



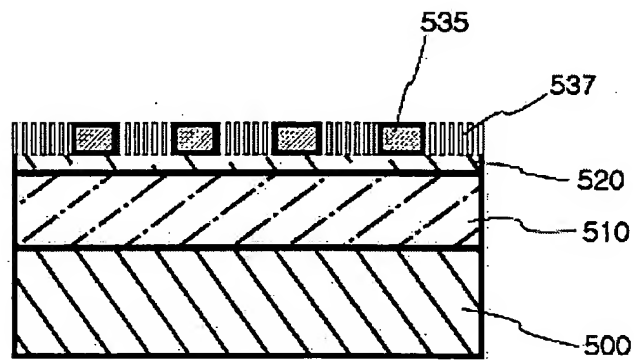
도면 5d



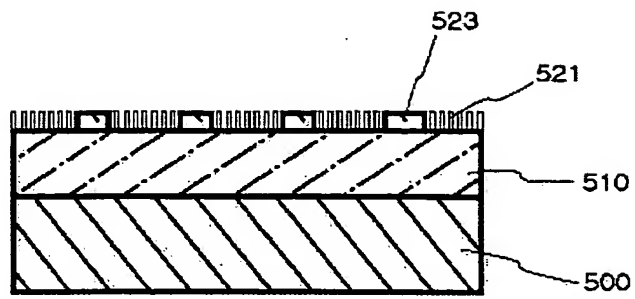
도면 5e



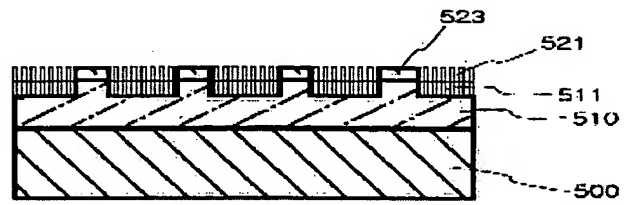
도면 5f



도면 5g



도면 5h



도면 5i

